

CHIMIE
NIVEAU SUPÉRIEUR
ÉPREUVE 3

Numéro du candidat

--	--	--	--	--	--	--	--

Jeudi 15 mai 2003 (matin)

1 heure 15 minutes

INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS

- Écrivez votre numéro de candidat dans les cases ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé.
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet. Vous pouvez rédiger vos réponses dans un livret de réponses supplémentaire. Inscrivez votre numéro de candidat sur chaque livret de réponse que vous avez utilisé et joignez-les à cette épreuve écrite et à votre page de couverture en utilisant l'attache fournie.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les lettres des options auxquelles vous avez répondu ainsi que le nombre de livrets utilisés dans les cases prévues à cet effet sur la page de couverture.

Option B – Les médicaments et les drogues

- B1.** (a) Beaucoup de médicaments sont absorbés par voie orale. Citez **trois** autres voies d'administration de médicaments à un patient. [2]
-
-
-
- (b) Un remède antiacide est un type courant de médicament absorbé par voie orale. Les antiacides comme l'hydrogénocarbonate de sodium sont utilisés pour réduire l'acidité gastrique.
- (i) Citez **deux** métaux, autres que le sodium, qui entrent dans la composition des antiacides. [1]
-
- (ii) Écrivez une équation de la réaction de neutralisation de l'acide chlorhydrique gastrique par l'hydrogénocarbonate de sodium. [1]
-
- (iii) Expliquez la cause des brûlures d'estomac. [1]
-
-
- (iv) Expliquez pourquoi on ajoute du diméthicone à certains antiacides. [1]
-
-

- B2.** (a) (i) Expliquez ce que signifie le terme *analgésique*. Expliquez la différence dans le mode d'action des analgésiques légers et des analgésiques puissants. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Nommez les **deux** groupements fonctionnels fixés sur le cycle benzénique dans la molécule d'aspirine. [2]

.....

.....

- (iii) L'usage de l'aspirine peut avoir des effets bénéfiques pour son utilisateur, mais peut aussi présenter des effets secondaires indésirables. Citez **un** effet bénéfique (autre que son action analgésique) et **un** effet secondaire indésirable de l'aspirine. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) La morphine est un analgésique d'origine naturelle qui peut être convertie en codéine.

- (i) Calculez la différence de masse moléculaire relative entre la morphine et la codéine. [1]

.....

.....

- (ii) Expliquez ce que signifie le fait de développer une tolérance à la codéine et expliquez en quoi cette tolérance représente un danger. [2]

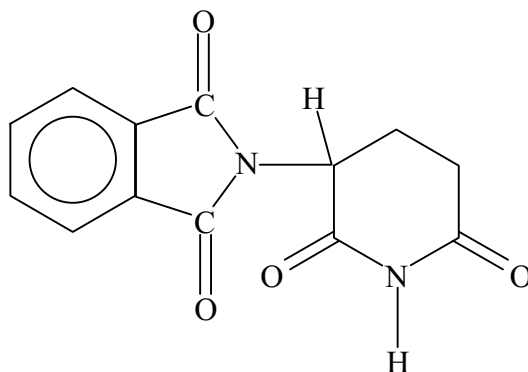
.....

.....

.....

.....

- B3.** Certaines molécules de médicaments, comme la thalidomide, existent sous la forme de stéréoisomères. La thalidomide possède la structure représentée ci-dessous.



- (a) Indiquez le type de stéréo-isomérisation que présente la thalidomide. Précisez la structure responsable de ce type d'isomérisation et identifiez-la en l'entourant d'un cercle sur le schéma ci-dessus.

[3]

.....

.....

.....

.....

- (b) Décrivez **un** effet de **chacun** de ces stéréoisomères sur les femmes enceintes.

[2]

.....

.....

.....

.....

- B4.** Discutez **deux** arguments en faveur et **deux** arguments opposés à la légalisation du cannabis.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Option C – Biochimie humaine

C1. Les polypeptides et les protéines sont formés à la faveur de réactions de condensation d'acides aminés.

(a) Représentez la formule de structure générale d'un 2-aminoacide. [1]

(b) Représentez la formule de structure du dipeptide obtenu par réaction entre l'alanine et la glycine. Précisez la nature de l'autre substance formée au cours de cette réaction. [2]

.....

(c) Citez **deux** fonctions des protéines dans l'organisme. [2]

.....
.....
.....
.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question C1)

(d) L'électrophorèse permet d'identifier les acides aminés présents dans une protéine donnée. La protéine doit être préalablement hydrolysée.

(i) Précisez le réactif et les conditions nécessaires à l'hydrolyse d'une protéine. Identifiez la liaison rompue lors de cette hydrolyse. [4]

.....

.....

.....

.....

(ii) Expliquez comment les acides aminés pourraient être identifiés par électrophorèse. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C2. Les graisses et les huiles peuvent être décrites comme des esters du glycérol, $C_3H_8O_3$.

(a) (i) Représentez la structure du glycérol.

[1]

(ii) Le glycérol peut réagir avec trois molécules d'acide stéarique, $C_{17}H_{35}COOH$, pour former un triglycéride. Déterminez le nombre d'atomes de carbone présents dans une molécule de ce triglycéride.

[1]

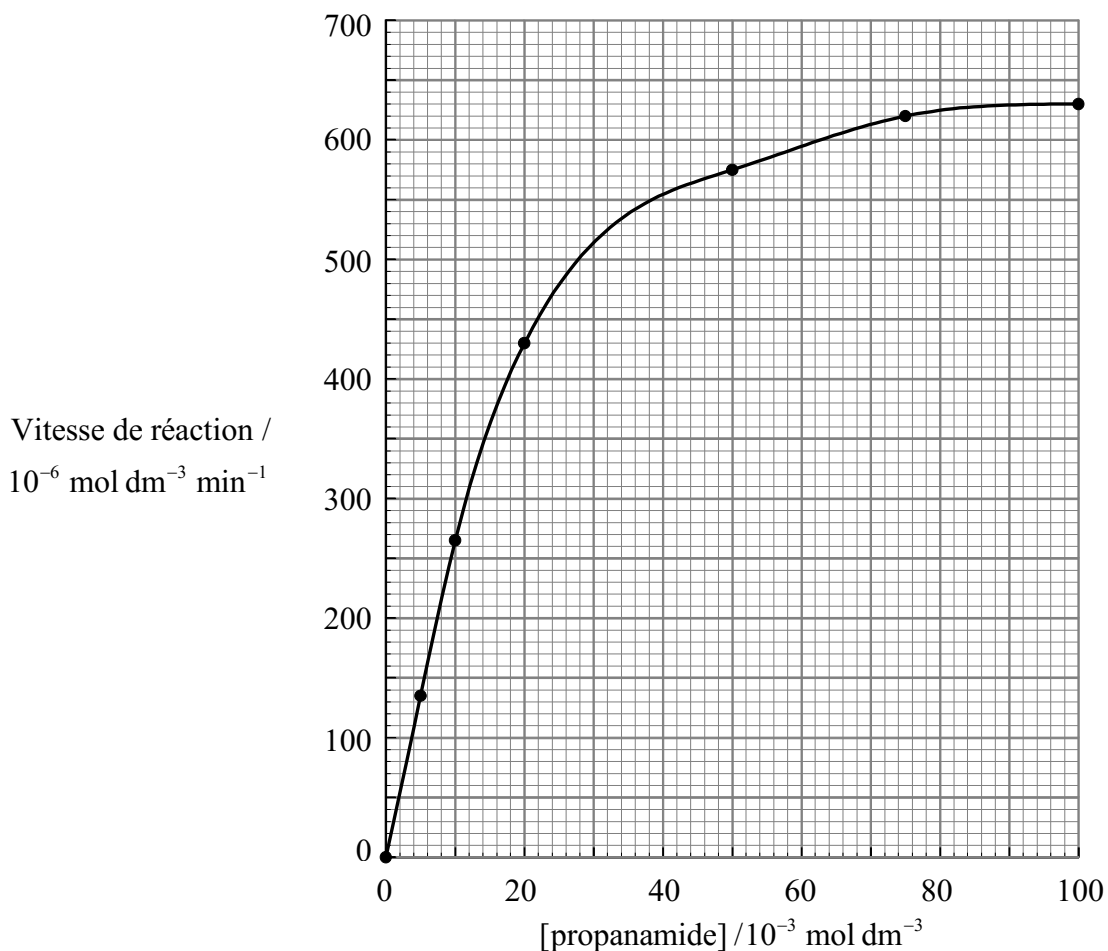
.....

(b) Un échantillon d'huile contenant 0,0100 mole d'huile réagit avec 7,61 g d'iode, I_2 . Déterminez le nombre de doubles liaisons $C=C$ présentes dans chaque molécule de cette huile.

[2]

.....

- C3. La propanamide (amino-1propane) est hydrolysée en acide propanoïque et en ammoniac sous l'effet d'une enzyme. La vitesse de cette réaction a été mesurée pour différentes concentrations en propanamide. Les résultats sont représentés graphiquement ci-dessous.



- (a) Expliquez de quelle manière une enzyme, E, peut augmenter la vitesse de la réaction au cours de laquelle un substrat, S, est transformé en un produit, P.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question C3)

- (b) (i) Expliquez l'allure de la courbe du graphique de la page précédente. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) En vous servant du graphique, déterminez la vitesse maximum, V_{\max} , et la constante de Michaelis, K_m . [2]

V_{\max} K_m

Option D – Chimie de l’environnement

D1. La demande en eau potable représente toujours un problème pour l’humanité. Environ 97 % de toute l’eau présente sur la planète est localisée dans les mers et les océans, le reste se trouvant presque entièrement sous la forme de calottes polaires ou de glaciers.

(a) L’osmose inverse est une méthode permettant d’obtenir de l’eau potable à partir d’eau de mer. Elle utilise une membrane partiellement perméable (semi-perméable).

(i) Expliquez brièvement ce que signifient les termes *osmose* et *membrane partiellement perméable (semi-perméable)*. [2]

Osmose :

.....

.....

Membrane partiellement perméable (semi-perméable) :

.....

.....

(ii) Expliquez la technique de l’osmose inverse utilisée pour produire de l’eau potable à partir d’eau de mer. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(iii) Suggérez **un** moyen par lequel l’occupant d’un logement pourrait réduire sa consommation d’eau. [1]

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question D1)

- (b) Pour permettre le développement de la vie marine, l'eau nécessite une concentration élevée en oxygène dissous. Plusieurs facteurs sont susceptibles de modifier la concentration en oxygène.

- (i) Indiquez de quelle manière une élévation de la température modifie la concentration en oxygène. [1]

.....

- (ii) L'eutrophisation est un processus qui abaisse la concentration en oxygène de l'eau. Expliquez comment l'apport accidentel de nitrates dans une rivière peut provoquer une eutrophisation. [2]

.....
.....
.....
.....
.....

D2. Les eaux usées (eaux d'égout) rejetées par les habitations privées et par les industries ont des compositions très différentes, mais il est cependant souhaitable de les traiter avant de les renvoyer dans l'environnement, en particulier pour réduire la Demande Biologique en Oxygène(DBO).

(a) Expliquez la signification de l'expression *Demande Biologique en Oxygène*. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Décrivez les caractéristiques principales du procédé de la boue activée utilisé lors du traitement secondaire et indiquez les principales impuretés éliminées au cours de ce traitement. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

$$\text{I. } \text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}\cdot \qquad \text{II. } \text{O}_2 + \text{O}\cdot \rightarrow \text{O}_3 \qquad \text{III. } \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}\cdot$$

(a) En vous référant aux liaisons présentes dans O_2 et dans O_3 , précisez en l'expliquant si c'est la réaction I ou la réaction III qui nécessite le plus d'énergie. [4]

[illegible]

(b) En utilisant CCl_2F_2 comme exemple, décrivez les réactions responsables de la diminution de la couche d'ozone dans la haute atmosphère. Écrivez une équation pour chacune des étapes de ce processus et expliquez l'étape initiale en vous référant aux liaisons présentes dans CCl_2F_2 . [5]

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and extend across the entire width of the page. There are no margins, text, or other markings present.

Option E – Les industries chimiques

E1. L'industrie pétrolière transforme la plus grande partie du pétrole brut en carburants par plusieurs procédés différents, parmi lesquels la distillation fractionnée, le craquage et le reformage.

- (a) Décrivez et expliquez de quelle manière le pétrole brut est séparé en plusieurs fractions dans une colonne de fractionnement.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Toutes les méthodes de craquage sont effectuées à haute température, mais les autres conditions varient en fonction du type de produit souhaité.

- (i) Donnez le nom d'un catalyseur utilisé dans le craquage catalytique. Écrivez une équation de la réaction de craquage de la molécule à chaîne linéaire $C_{14}H_{30}$ en **deux** produits, en supposant que seule la liaison C–C centrale subit une rupture.

[2]

.....

.....

.....

- (ii) L'hydrocraquage est utilisé pour obtenir des essences de haute qualité. Nommez la substance ajoutée à la matière première et citez **une** caractéristique structurale des hydrocarbures obtenus.

[2]

.....

.....

.....

- (c) Un type de reformage porte le nom d'aromatisation. Écrivez une équation de la réaction intervenant lorsque ce procédé est appliqué à l'hexane. Mentionnez **un** usage du produit inorganique formé.

[2]

.....

.....

.....

E2. L'industrie pétrolière produit plusieurs monomères utilisés dans la fabrication de polymères. Parmi eux figurent le propène et le chlorure de vinyle.

(a) (i) Représentez la formule de structure du propène.

[1]

(ii) Le polypropène isotactique possède une structure régulière, contrairement au polypropène atactique. Représentez la structure du polypropène isotactique en considérant une chaîne qui compte au moins six atomes de carbone. Expliquez en quoi ses propriétés diffèrent de celles du polypropène atactique.

[3]

.....
.....
.....
.....

(b) Beaucoup de matériaux plastiques sont éliminés par combustion. Citez **deux** inconvénients de l'élimination du chlorure de polyvinyle par cette méthode.

[2]

.....
.....
.....
.....

- E3.** (a) Le chlore est fabriqué à grande échelle à partir du chlorure de sodium par le procédé de la cellule à diaphragme. Décrivez ce procédé. Identifiez les matériaux et substances utilisés, ainsi que les produits formés. Écrivez les demi-équations des transformations qui se produisent à chacune des électrodes.

[7]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Expliquez pourquoi, sur le plan environnemental, ce procédé est préféré à celui de la cellule à cathode de mercure.

[2]

.....

.....

.....

.....

Option F – Les combustibles et l'énergie

F1. Le charbon constitue le combustible fossile le plus abondant sur terre, toutefois sa combustion engendre des problèmes de pollution. Outre le carbone, le charbon peut contenir des quantités significatives de soufre et de matériaux inorganiques incombustibles.

(a) Décrivez les conditions dans lesquelles le charbon s'est formé à partir de débris végétaux. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Citez **trois** polluants formés lors de la combustion directe du charbon. [2]

.....

.....

F2. Beaucoup d'appareils électriques portables sont alimentés par des piles sèches de types variés. Le modèle le plus courant est celui de la pile zinc-carbone, bien que les piles alcalines commencent à être plus répandues.

(a) Dans la pile zinc-carbone, l'espace compris entre l'électrode centrale en carbone et le boîtier extérieur en zinc est rempli d'une pâte contenant du chlorure d'ammonium et de l'oxyde de manganèse(IV).

(i) L'une des réactions se produisant dans cette pile est $2\text{NH}_4^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{H}_2$, pour laquelle $E^\ominus = +0,73 \text{ V}$. Utilisez le *Recueil de données de chimie* pour identifier l'autre réaction principale et déterminez ensuite la force électromotrice E^\ominus de cette pile. Écrivez l'équation bilan de la réaction dont la pile est le siège.

[2]

.....

(ii) Précisez la fonction (le rôle) de l'oxyde de manganèse(IV).

[1]

.....

(b) Citez **deux** avantages de la pile alcaline sur la pile zinc-carbone.

[2]

.....

(c) Une firme fabrique un type de pile débitant environ 1,5 V. Suggérez la manière dont cette firme pourrait produire des sources de courant répondant aux spécifications suivantes :

(i) Une pile dont la tension aux bornes serait d'environ 1,5 V, mais qui produirait plus d'énergie.

[1]

.....

(ii) Une batterie dont la tension aux bornes serait d'environ 6 V.

[1]

.....

F3. Les piles à combustible ont été qualifiées de source d'énergie du futur, parce qu'elles sont réputées non polluantes et parce qu'elles peuvent utiliser des ressources renouvelables. Un modèle de ce type de pile utilise l'hydrogène comme combustible et consomme de l'oxygène, une solution chaude d'hydroxyde de potassium servant d'électrolyte. L'équation bilan de la réaction dont la pile est le siège est $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, mais les réactions réellement impliquées sont différentes.

(a) Écrivez les **deux** demi-équations des réactions auxquelles participe chacun des réactifs. [2]

.....

(b) Chaque kilojoule d'énergie chimique produit par oxydation de l'hydrogène dans une pile à combustible coûte plus cher que la même quantité d'énergie produite par la combustion d'essence. Expliquez pourquoi les piles à combustible sont néanmoins considérées comme plus économiques que les moteurs à essence. [1]

.....

- F4.** (a) Les radioisotopes des éléments légers peuvent subir une désintégration par émission d'une particule bêta ou d'un positron. Le type de désintégration peut souvent être prévu sur la base du rapport neutrons/protons. Pour l'isotope ^{28}Mg , calculez le rapport neutrons/protons et écrivez une équation nucléaire rendant compte de sa désintégration. Expliquez pourquoi ^{28}Mg subit ce type de désintégration.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Les déchets radioactifs provenant des centrales nucléaires sont souvent classés en déchets à haut niveau d'activité et déchets à faible niveau d'activité. Décrivez les matériaux présents dans ces déchets et les méthodes utilisées pour leur stockage et leur élimination.

[6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

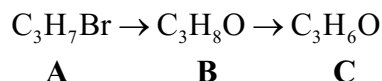
.....

.....

.....

Option G – Chimie analytique moderne

- G1.** Les composés organiques sont souvent identifiés en appliquant plus d'une méthode analytique. Certaines de ces techniques ont été utilisées pour identifier les composés impliqués dans les réactions suivantes :



- (a) En choisissant H_2O comme exemple, décrivez ce qui se produit au niveau moléculaire lors de l'absorption d'un rayonnement infrarouge. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Le spectre infrarouge du composé **B** présente une large bande d'absorption à 3350 cm^{-1} . Le spectre infrarouge de **C** ne présente pas cette caractéristique, mais il révèle une absorption à 1720 cm^{-1} . Expliquez ce que ces résultats fournissent comme informations à propos des structures de **B** et de **C**. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Le spectre de masse de **A** présente deux pics de hauteurs approximativement égales, l'un étant situé à la valeur $m/z = 122$. Précisez la valeur m/z de l'autre pic et expliquez ces observations. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question G1)

- (d) D'après les informations fournies en (b) et en (c), chacun des composés (**A**, **B** et **C**) pourrait présenter deux structures. Représentez les deux structures possibles de **C**. [2]

- (e) La fragmentation de **C** dans un spectromètre de masse a produit deux pics correspondant aux valeurs $m/z = 15$ et 28 , alors qu'aucun pic n'est observé pour les valeurs $m/z = 14$ ou 29 . Identifiez le composé **C** et expliquez comment vous avez exploité les informations ci-dessus pour l'identifier. [2]

.....

- (f) Indiquez le nombre de pics présents dans le spectre RMN ^1H de chacune des structures représentées en (d). [2]

.....

-
- Distance / cm
- | Position | Distance / cm (Open Circles) | Distance / cm (Filled Circles) |
|----------|------------------------------|--------------------------------|
| P1 | ~1.8 | 1.0 |
| P2 | ~5.5 | 1.0 |
| P3 | ~4.8 | 1.0 |
| P4 | ~4.2, ~2.5 | 1.0 |
| P5 | ~3.7 | 1.0 |

- [8]

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question G2)

- (b) (i) Calculez la valeur du R_f de P1. [2]

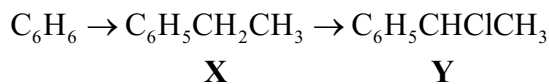
.....
.....
.....
.....

- (ii) Précisez, en le justifiant, si P4 est une substance pure ou un mélange. [1]

.....
.....

Option H – Chimie organique approfondie

H1. Une étudiante a préparé un échantillon d'un composé **Y** en faisant subir au benzène les transformations suivantes :



- (a) (i) La première étape a consisté à convertir le benzène en un composé **X** en le faisant réagir avec du chloroéthane en présence de chlorure d'aluminium comme catalyseur. Écrivez l'équation de cette réaction ainsi que les équations décrivant son mécanisme. [5]

.....

- (ii) Nommez le type de mécanisme impliqué dans la seconde étape, celle qui correspond à la conversion de **X** en **Y**. [1]

.....

(Suite de la question à la page suivante)

(Suite de la question H1)

- (b) (i) Représentez **deux** structures du composé **Y**, en montrant la relation qui existe entre elles. [2]

- (ii) Expliquez le terme *lumière polarisée dans un plan* et décrivez de quelle manière les isomères optiques de **Y** pourraient être distingués à l'aide d'un polarimètre. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Expliquez pourquoi l'échantillon de **Y** préparé par l'étudiante ne présente aucune activité optique. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) On fait réagir à chaud un échantillon de **Y** avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. De la même manière, on fait réagir à chaud du chlorobenzène avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. En justifiant votre réponse, indiquez si c'est le composé **Y** ou le chlorobenzène qui réagira le plus lentement. [2]

.....

.....

.....

.....

H2. La force d'un acide organique peut être envisagée en termes de rupture de la liaison O–H dans la molécule.

- (a) Précisez de quelle manière la force d'un acide est reliée à sa constante de dissociation, K_a , et à son pK_a . [2]

.....

- (b) Par référence à leurs structures respectives, expliquez la différence de force (d'acidité) entre l'éthanol et le phénol. [2]

.....

- (c) Reportez-vous au *Recueil de données de chimie* pour trouver les valeurs des pK_a des acides ci-dessous. Expliquez comment la présence de substituants dans la molécule d'acides carboxyliques affecte leur force. Pour chaque paire d'acides, expliquez la différence de force (d'acidité) en fonction des substituants présents.

- L'acide éthanoïque et l'acide propanoïque
- L'acide chloroéthanoïque et l'acide dichloroéthanoïque
- L'acide chloroéthanoïque et l'acide fluoroéthanoïque

[5]

.....

